

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 septembre 2002 (26.09.2002)

PCT

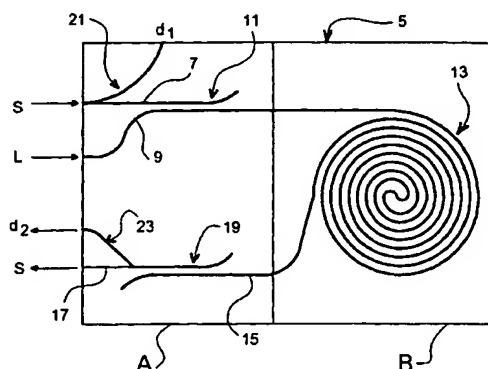
(10) Numéro de publication internationale
WO 02/075864 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01S** (72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
(21) Numéro de la demande internationale : **PCT/FR02/00907** **PHILIPSEN, Jacob** [FR/FR]; 4, rue des Violettes,
F-38100 Grenoble (FR). **BARBIER, Denis** [FR/FR];
26, rue Gabriel Péri, F-38000 Grenoble (FR). **CASSAG-**
(22) Date de dépôt international : 14 mars 2002 (14.03.2002) **NETTES, Cédric** [FR/FR]; 10, rue Jean Cocteau, F-38400
Saint-Martin d'Hères (FR). **VALETTE, Serge** [FR/FR];
131, cours de la Libération, F-38100 Grenoble (FR).
(25) Langue de dépôt : français
(26) Langue de publication : français
(74) Mandataire : **DU BOISBAUDRY, Dominique**; c/o
Brevalet, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris
(FR).
(30) Données relatives à la priorité :
01/03611 16 mars 2001 (16.03.2001) FR (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL AMPLIFICATION STRUCTURE WITH AN INTEGRATED OPTICAL SYSTEM AND AMPLIFICATION
HOUSING INTEGRATING ONE SUCH STRUCTURE

(54) Titre : STRUCTURE D'AMPLIFICATION OPTIQUE REALISEE EN OPTIQUE INTEGREE ET BOITIER D'AMPLIFI-
CATION INTEGRANT UNE TELLE STRUCTURE



(57) Abstract: The invention relates to an optical amplification structure which can amplify at least one light wave S, comprising an amplification unit in a substrate for each wave to be amplified, said amplification unit comprising a first microguide (7) which can receive the light wave S to be amplified; a second microguide (9) which can receive a pump wave L; a multiplexing device (11) which is associated with the first and second microguide and which can provide a coupled light wave, comprised of wave S and wave L; an amplification device (13) which is connected to the output of the multiplexing device and which can amplify the light wave S by at least partial absorption of the pump wave L, said amplification device being able to provide the amplified light wave S at an output thereof; a third microguide (15) connected to the output of the amplification device in order to transport the amplified light wave S; and a demultiplexing device (19) which is associated with the third microguide and which can demultiplex the pump wave L from the amplified light wave S and in order to provide an amplified light wave S on a fourth microguide (17), said light wave being cleansed of the pump wave. The inventive structure can be used in all fields requiring amplification of a light wave, especially in the field of optical telecommunications using fibre optics.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/075864 A2



MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrége :** L'invention concerne une structure d'amplification optique apte à amplifier au moins une onde lumineuse S, comportant dans un substrat pour chaque onde à amplifier un ensemble d'amplification composé de: un premier microguide (7) apte à recevoir l'onde lumineuse S à amplifier; un deuxième microguide (9) apte à recevoir une onde de pompe L; un dispositif de multiplexage (11) associé au premier et au deuxième microguide, apte à fournir une onde lumineuse couplée, composée de l'onde S et de l'onde L; un dispositif d'amplification (13) relié à une sortie du dispositif de multiplexage et apte à amplifier l'onde lumineuse S par absorption au moins partielle de l'onde de pompe L, le dispositif d'amplification étant apte à fournir sur une sortie, l'onde lumineuse S amplifiée; un troisième microguide (15) relié à la sortie du dispositif d'amplification, à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée; et un dispositif de démultiplexage (19) associé au troisième microguide, apte à démultiplexer l'onde de pompe L, de l'onde S amplifiée, et à fournir sur un quatrième microguide (17), une onde lumineuse S amplifiée, épurée de l'onde de pompe. La structure de l'invention s'applique à tous les domaines nécessitant une amplification d'une onde lumineuse et en particulier dans le domaine des télécommunications optiques par fibres optiques.

STRUCTURE D'AMPLIFICATION OPTIQUE REALISEE EN OPTIQUE
INTEGREE ET BOITIER D'AMPLIFICATION INTEGRANT UNE TELLE
STRUCTURE

5 Domaine technique

La présente invention concerne une structure d'amplification optique réalisée en optique intégrée ainsi qu'un boîtier d'amplification intégrant une telle structure.

10 Elle s'applique à tous les domaines nécessitant une amplification d'une onde lumineuse et en particulier dans le domaine des télécommunications optiques par fibres optiques.

15 Etat de la technique

La figure 1 représente un schéma de principe d'une structure classique d'amplification réalisée en optique intégrée.

20 Pour amplifier une onde lumineuse, actuellement les structures d'amplification optique réalisées en optique intégrée, comprennent deux parties dans lesquelles sont réalisés des guides optiques.

25 Un guide optique se compose d'une partie centrale appelée généralement cœur et de milieux environnants situés tout autour du cœur et qui peuvent être identiques entre eux ou différents.

30 Pour permettre le confinement de la lumière dans le cœur, l'indice de réfraction du milieu composant le cœur doit être différent et dans la plupart des cas supérieur à ceux des milieux environnants. Le guide peut être un guide planaire,

lorsque le confinement de la lumière se fait dans un plan ou un microguide, lorsque le confinement de la lumière est réalisé aussi latéralement.

Pour simplifier la description, on assimilera le guide à sa partie centrale ou coeur. Par ailleurs, on appellera tout ou partie des milieux environnants, substrat, étant bien entendu que lorsque le guide est pas ou peu enterré, un des milieux environnants peut être extérieur au substrat et être par exemple de l'air.

Suivant le type de technique utilisé, le substrat peut être monocouche ou multicouche.

En outre, suivant les applications, un guide optique dans un substrat peut être plus ou moins enterré dans ce substrat et en particulier comporter des portions de guide enterrées à des profondeurs variables. Ceci est particulièrement vrai dans la technologie d'échange d'ions dans du verre.

La première partie de la structure d'amplification, qui est référencée 1 sur la figure 1, reçoit en entrée, d'une part l'onde lumineuse S de puissance P_e à amplifier et, d'autre part, une onde pompe L issue généralement d'une source laser. Les ondes S et L sont transportées respectivement dans deux microguides 5 et 4 vers un coupleur 3. Ce dernier est réalisé par les microguides 5 et 4 qui sont séparés d'une distance telle que l'onde S est injectée dans le microguide 4 transportant l'onde L. En sortie du coupleur 3, il ne reste que le microguide 4 qui transporte alors les ondes S et L. Cette première partie n'a pour rôle que le couplage des deux ondes.

La deuxième partie de la structure d'amplification, qui est référencée 2 sur la figure 1, reçoit en entrée d'un microguide 6, les ondes S et L couplées de la première partie. Cette deuxième partie a pour but d'amplifier l'onde S de puissance initiale P_e à partir de l'onde de pompe L. L'amplification dans cette deuxième partie est réalisée dans le microguide 6. L'onde lumineuse S en sortie du microguide 6 présente alors une puissance P_s supérieure à la puissance P_e .

Dans la technologie d'échange d'ions dans du verre, la première partie est par exemple du silicate et la deuxième partie est par exemple du verre phosphate dopé à l'erbium. Ces deux parties sont généralement collées ensemble.

La sortie de ces structures d'amplification ne délivre pas cependant uniquement l'onde lumineuse S amplifiée. En effet, à la sortie du microguide 6, l'onde lumineuse résultante comporte toujours une composante résiduelle de l'onde de pompe L. Bien qu'atténuée dans le microguide 6, cette composante résiduelle est susceptible de détériorer les composants ou les systèmes recevant l'onde lumineuse sortant de la structure d'amplification.

25

Exposé de l'invention et brève description des figures :

La présente invention a pour objet une structure d'amplification optique réalisée en optique intégrée, ne présentant pas les limitations et les difficultés des dispositifs décrits ci-dessus.

30

Un but de l'invention est en particulier de réaliser une structure d'amplification permettant d'éjecter au maximum l'onde de pompe, après amplification de l'onde lumineuse, afin d'obtenir une
5 onde lumineuse amplifiée exempte au maximum de toutes perturbations liées à l'onde de pompe.

Un autre but de l'invention est de réaliser cette éjection de l'onde de pompe par des moyens d'optique intégrée réalisés sur un même substrat que le
10 reste de la structure d'amplification pour obtenir une structure d'amplification complètement intégrée et donc compacte.

Un autre objet de l'invention est d'intégrer cette structure d'amplification dans un boîtier
15 d'amplification, permettant d'offrir un système d'amplification compact et autonome.

De façon plus précise, la structure d'amplification de l'invention permet d'amplifier au moins une onde lumineuse S et comporte dans un substrat
20 pour chaque onde à amplifier un ensemble d'amplification composé de :

- un premier microguide apte à recevoir l'onde lumineuse S à amplifier,
- un deuxième microguide apte à recevoir une onde de
25 pompe L,
- un dispositif de multiplexage associé au premier et au deuxième microguide, apte à fournir une onde lumineuse composée de l'onde S et de l'onde L,
- un dispositif d'amplification relié à une sortie
30 du dispositif de multiplexage et apte à amplifier l'onde lumineuse S par absorption au moins

partielle de l'onde de pompe L, le dispositif d'amplification étant apte à fournir sur une sortie, l'onde lumineuse S amplifiée,

- un troisième microguide relié à la sortie du dispositif d'amplification, apte à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée, et
- un dispositif de démultiplexage associé au troisième microguide, apte à démultiplexer l'onde de pompe L, de l'onde S amplifiée, et à fournir en sortie sur un quatrième microguide, une onde lumineuse S amplifiée, épurée de l'onde de pompe,

caractérisée en ce que le substrat est composé d'une première partie dite passive et d'une deuxième partie dite active et en ce que les premier, deuxième, troisième et quatrième microguides ainsi que le dispositif de multiplexage et le dispositif de démultiplexage sont dans la partie passive tandis que le dispositif d'amplification est dans la partie active.

On entend par partie passive, un milieu non apte à amplifier une onde lumineuse et, par opposition, on entend par partie active, un milieu apte à amplifier une onde lumineuse.

L'utilisation comme substrat de deux parties distinctes dont une est passive et l'autre est active permet de réaliser toutes les fonctions de la structure d'amplification en optique intégrée alors que si ces fonctions avaient été réalisées dans un substrat homogène tel qu'un substrat tout actif alors certaines fonctions passives telles qu'un multiplexeur n'auraient pu être réalisées avec de bonnes performances optiques.

Pour permettre l'intégration desdites fonctions, la forme du dispositif d'amplification est adaptée pour permettre que sa sortie soit du même côté que la sortie du dispositif de multiplexage. En particulier, le dispositif d'amplification forme une boucle, voire même une spirale permettant un retour de l'onde amplifiée dans la partie passive.

On entend par épuration de l'onde de pompe, l'élimination de tout ou partie de l'onde de pompe. Moins l'onde S amplifiée est associée à des composantes résiduelles de l'onde de pompe, en sortie de la structure d'amplification, meilleures sont les caractéristiques de la structure.

L'onde lumineuse S peut être aussi bien à une longueur d'onde qu'à plusieurs longueurs d'ondes λ_i avec i entier, allant par exemple de 1 à n. Dans le domaine particulier des télécommunications, l'onde lumineuse permet de véhiculer des informations.

L'onde de pompe L est une onde lumineuse qui peut également être à une ou plusieurs longueurs d'ondes λ_p avec p entier allant par exemple de 1 à k ; elle apporte de l'énergie à la structure afin que le dispositif d'amplification amplifie la puissance de l'onde lumineuse S.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, dans la technologie d'échange d'ions dans du verre, la première partie est du verre silicate et la deuxième partie est du verre phosphate dopé par exemple avec de l'erbium. Ces deux parties sont soit collées entre elles, soit rapportées sur un support commun mais dans

tous les cas elles forment un substrat unique bien que non homogène.

Les différents éléments de la structure d'amplification de l'invention sont réalisés sur ledit substrat avec de préférence la même technologie, ce qui permet d'avoir une structure facile à mettre en œuvre, les éléments de la structure pouvant être réalisés simultanément ou quasi simultanément par l'utilisation de masques appropriés.

10 Selon un autre exemple de réalisation, la première partie est en silice sur silicium et la deuxième partie est du verre phosphate dopé.

 Selon un mode de réalisation du dispositif de multiplexage, celui-ci est choisi parmi un
15 multiplexeur, un coupleur.

 Selon un mode de réalisation du dispositif de démultiplexage, celui-ci est choisi parmi un démultiplexeur, un coupleur.

 Selon un mode de réalisation du dispositif
20 d'amplification, celui-ci est formé par un microguide apte à amplifier l'onde lumineuse S par absorption au moins partielle de l'onde de pompe L. Pour cela, le microguide comprend en général un dopage approprié au moins du cœur du microguide.

25 Plus le microguide du dispositif d'amplification est long, meilleure est l'amplification. De préférence, pour avoir une structure d'amplification la plus compacte possible avec de bonnes performances d'amplification, le
30 microguide forme une spirale de 1 à plusieurs spires.

Quel que soit le nombre des spires, elles sont de préférence enroulées de façon à ne jamais se couper.

Selon un autre mode de réalisation, l'ensemble d'amplification comprend en outre un premier dispositif
5 de prélèvement d'une partie de l'onde lumineuse S associé au premier microguide et/ou un deuxième dispositif de prélèvement d'une partie de l'onde lumineuse S associé au quatrième microguide, ces dispositifs de prélèvement étant aptes à être reliés
10 respectivement à un dispositif de traitement. Le premier dispositif de prélèvement permet d'extraire un faible pourcentage de l'onde lumineuse S injectée dans la structure de l'invention et le deuxième dispositif de prélèvement permet d'extraire un faible pourcentage
15 de l'onde lumineuse S amplifiée. Ces pourcentages prélevés de l'onde, sont transmis à un dispositif de traitement par exemple un détecteur de puissance et/ou un système de régulation.

A titre d'exemple, on peut utiliser un élément
20 de mesure et de contrôle du signal de sortie (par exemple une photodiode) et ajuster éventuellement la puissance de pompe via par exemple un asservissement électronique.

Les premier et deuxième dispositifs de
25 prélèvement sont réalisés de préférence en optique intégrée sur le même substrat que le reste de la structure d'amplification.

Le premier et/ou le deuxième dispositif de
prélèvement est réalisé par exemple par un composant de
30 dérivation, tel qu'un coupleur asymétrique ou une

jonction Y asymétrique, apte à prélever une petite fraction (par exemple 1 %) du signal lumineux.

Lorsque la structure d'amplification de l'invention doit amplifier plusieurs ondes lumineuses S_j avec j entier allant de 1 à m , la structure comporte m ensembles d'amplification tels que définis précédemment, ces ensembles sont réalisés sur le même substrat et sont imbriqués les uns dans les autres pour réaliser une structure compacte.

En particulier, lorsque le dispositif d'amplification de chaque ensemble est formé par un microguide spiralé, les m microguides spiralés de la structure forment une spirale à m microguides.

Selon un mode préféré de réalisation, le ou les dispositifs d'amplification de la structure de l'invention sont formés dans la partie du substrat nommée partie active et les autres éléments de la structure sont formés dans l'autre partie du substrat nommée partie passive.

L'invention concerne également un boîtier d'amplification regroupant la structure d'amplification en optique intégrée de l'invention telle que définie précédemment et des composants associés à cette structure, ce boîtier permettant d'offrir ainsi un système d'amplification pouvant être compact et autonome.

Pour chaque ensemble d'amplification d'une onde lumineuse S , l'ensemble des composants associés comporte :

- une première fibre optique reliée optiquement au premier microguide apte à véhiculer l'onde lumineuse S à amplifier,
- 5 - une deuxième fibre optique reliée optiquement au quatrième microguide, apte à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée,
- une source de l'onde de pompe P, reliée optiquement au deuxième microguide.

De façon avantageuse, cet ensemble de
10 composants comporte en outre un premier dispositif de traitement de l'onde S relié optiquement au premier dispositif de prélèvement lorsqu'il existe et/ou un deuxième dispositif de traitement de l'onde S relié optiquement au deuxième dispositif de prélèvement
15 lorsqu'il existe.

La liaison optique peut être assurée directement entre chaque dispositif de traitement et le dispositif de prélèvement correspondant, dans ce cas le dispositif de traitement est rapporté directement sur
20 le substrat de la structure d'amplification par exemple par collage. Cette liaison peut être aussi réalisée de façon indirecte via par exemple une fibre maintenue entre les deux dispositifs par des éléments mécaniques tels que des férules.

25 De même, la liaison optique entre la source de l'onde de pompe et le deuxième microguide est soit directe par exemple par collage de la source sur la structure soit indirecte via par exemple une fibre maintenue entre la source et la structure par des
30 éléments mécaniques tels que des férules.

Selon un mode de réalisation la première et la deuxième fibres sont reliées respectivement au premier et au quatrième microguide par des moyens de liaisons choisis parmi une férule, un bloc de V.

5 De préférence, les moyens de liaisons de la deuxième fibre comprennent en outre un isolateur optique apte à éviter des réflexions qui peuvent perturber le signal lumineux et introduire du bruit.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre. Cette description porte sur des exemples de réalisation, donnés à titre explicatif et non limitatif. Elle se réfère par ailleurs à des dessins annexés sur lesquels :

- 15 - la figure 1, déjà décrite, représente schématiquement une structure d'amplification connue,
- la figure 2 représente schématiquement une structure d'amplification selon l'invention, pour
20 une onde lumineuse S à amplifier,
- la figure 3 représente schématiquement une structure d'amplification selon l'invention, pour plusieurs ondes lumineuses à amplifier,
- la figure 4 représente schématiquement un boîtier
25 intégrant la structure d'amplification de l'invention et des composants associés.

Exposé détaillé de modes de réalisation :

30 La figure 2 représente schématiquement une structure d'amplification selon l'invention, pour une onde lumineuse S à amplifier. Sur ce schéma, on a

représenté une coupe du substrat dans lequel est réalisée la structure, selon un plan contenant les différentes directions de propagation des ondes lumineuses dans les microguides, étant bien entendu que
5 suivant les technologies utilisées ces directions ne sont pas en pratique forcément contenues dans un même plan.

La structure d'amplification représentée sur cette figure permet d'amplifier une onde lumineuse S et
10 comporte donc dans un substrat 5 un seul ensemble d'amplification. Cet ensemble se compose :

- d'un premier microguide 7 apte à recevoir l'onde lumineuse S à amplifier,
- d'un deuxième microguide 9 apte à recevoir une
15 onde de pompe L ,
- d'un dispositif de multiplexage 11 associé au premier et au deuxième microguide, apte à fournir une onde lumineuse composée de l'onde S et de l'onde L,
- 20 - d'un dispositif d'amplification 13 relié à une sortie du dispositif de multiplexage et apte à amplifier l'onde lumineuse S et apte à fournir sur une sortie, l'onde lumineuse S amplifiée,
- d'un troisième microguide 15 relié à la sortie du
25 dispositif d'amplification, apte à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée, et
- d'un dispositif de démultiplexage 19 associé au troisième microguide, apte à démultiplexer l'onde de pompe L , de l'onde S amplifiée, et à fournir
30 sur un quatrième microguide 17, une onde lumineuse S amplifiée, épurée de l'onde de pompe.

En général, quelle(s) que soi(en)t la ou les longueurs d'onde λ_i (généralement comprise(s) entre 1530 et 1560 nm) de l'onde lumineuse S, λ_i est toujours supérieure à la ou aux longueurs d'onde λ_p (généralement au voisinage de 980 nm (à + ou - 5nm)) de l'onde de pompe.

De ce fait, l'onde évanescente associée au mode de propagation de l'onde S a une distance de pénétration latérale plus grande que celle de l'onde de pompe pour des profils de guides donnés.

Le coupleur 11 et le coupleur 19 dans cet exemple de réalisation de l'invention utilisent cette propriété pour réaliser respectivement un multiplexage et un démultiplexage de l'onde S et de l'onde L, en optique intégrée.

Ainsi, le coupleur 11 est réalisé par une partie des microguides 9 et 7 qui sont écartés l'un de l'autre dans ladite partie d'une distance d_a suffisante et sur une longueur suffisante pour permettre à l'onde S seule d'être transférée du guide 7, au guide 9, sans que l'onde L ne subisse de modification de propagation dans le coupleur. Cette distance d_a doit être supérieure à la distance de pénétration latérale de la partie évanescente de l'onde L dans le guide 9 et inférieure à la distance de pénétration latérale de la partie évanescente de l'onde S dans le guide 7, pour que l'onde S puisse être transférée sur une longueur raisonnable (par exemple quelques mm). En sortie du coupleur 11, dans l'exemple de cette figure, il ne subsiste que le microguide 9 qui est relié au

dispositif d'amplification 13 et dans lequel les ondes S et L sont regroupées.

De même, le coupleur 19 est formé par une partie des microguides 15 et 17 qui sont écartés l'un
5 de l'autre dans ladite partie, d'une distance d_b suffisante et sur une longueur suffisante pour permettre à l'onde issue du dispositif d'amplification et comportant l'onde S amplifiée et des résidus de l'onde de pompe L, de démultiplexer l'onde lumineuse S
10 qui passe dans le microguide 17, de l'onde de pompe L qui reste dans le microguide 15. Cette distance d_b doit être supérieure à la distance de pénétration latérale de la partie évanescente de l'onde L dans le guide 15 et inférieure à la distance de pénétration latérale de
15 la partie évanescente de l'onde S dans le guide 15, pour que l'onde S puisse être transférée dans le guide 17, sur une longueur raisonnable. En sortie du coupleur 19, dans l'exemple de cette figure, il ne subsiste que le microguide 17.

20 Le dispositif d'amplification 13 représenté sur la figure 2 est formé par un microguide spiralé. Plus la spirale du microguide est longue, meilleures sont les performances d'amplification du dispositif. Le nombre de spires du dispositif est fonction de la
25 dimension du substrat dans lequel le dispositif est réalisé mais aussi de la longueur du microguide.

De façon avantageuse, la structure peut comprendre un dispositif de prélèvement 21 d'une partie de l'onde lumineuse S introduite dans le microguide 7.

30 De même, la structure peut comprendre également un dispositif de prélèvement 23 d'une partie de l'onde

lumineuse S amplifiée véhiculée par le microguide 19. Ces dispositifs de prélèvement 21, 23 sont réalisés dans cet exemple par des microguides reliés respectivement aux microguides 7 et 17 de façon à
5 former une jonction Y. Pour ne prélever qu'un faible pourcentage des ondes lumineuses transportées par les microguides 7 et 17, les microguides 21 et 23 sont par exemple de sections plus petites que celles des microguides 7 et 17.

10 On pourrait également réaliser ces dispositifs de prélèvement par un coupleur dont la longueur d'interaction est courte pour que le prélèvement soit faible.

Les ondes lumineuses prélevées par les
15 dispositifs 21 et 23 sont référencées respectivement d_1 et d_2 et sont disponibles en sortie de la structure pour être traitées et permettre par exemple d'avoir un suivi de la puissance d'entrée de l'onde S et de la puissance de sortie de cette onde et éventuellement de
20 réaliser une régulation de ces puissances.

Dans cet exemple le dispositif d'amplification 13 est formé dans une partie du substrat nommé deuxième partie B ou partie active et les autres éléments de la structure sont formés dans une autre partie du substrat
25 nommée première partie A ou partie passive. Dans la technologie d'échange d'ions dans du verre, la première partie est du verre silicate et la deuxième partie est du verre phosphate. Ces deux parties sont soit collées entre elles, soit rapportées sur un support commun mais
30 dans tous les cas elles forment un substrat unique.

La figure 3 représente schématiquement une structure d'amplification selon l'invention, pour plusieurs ondes lumineuses à amplifier. Dans cet exemple on a représenté quatre ondes lumineuses S_1 , S_2 ,
5 S_3 , S_4 .

Cette structure comporte donc quatre ensembles d'amplification réalisés sur le même substrat et imbriqués les uns dans les autres pour réaliser une structure compacte. Chaque ensemble est représenté avec
10 un microguide $(7)_j$, dans lequel est injectée l'onde lumineuse S_j à amplifier, un microguide $(9)_j$ dans lequel est introduite l'onde de pompe L_j , un coupleur $(11)_j$ pour regrouper ces deux ondes, un dispositif d'amplification $(13)_j$ pour amplifier l'onde S_j , un
15 microguide $(15)_j$ recevant l'onde S_j amplifiée, un démultiplexeur $(19)_j$ pour épurer l'onde amplifiée, de l'onde de pompe et un microguide $(17)_j$ pour récupérer l'onde S_j amplifiée et épurée. Dans cet exemple j va de 1 à 4.

20 On voit en particulier dans cet exemple que les quatre dispositifs d'amplification de la structure sont spiralés ensemble formant ainsi une spirale à quatre microguides dans la partie active B du substrat. Les autres éléments sont réalisés dans la partie passive A
25 du substrat.

Les différentes ondes de pompe L_j peuvent provenir par exemple d'une matrice ou d'une barrette de photodiodes lasers.

La figure 4 représente schématiquement un
30 boîtier d'amplification selon l'invention. Ce boîtier regroupe la structure d'amplification en optique

intégrée de l'invention, référencée 30 sans aucun détail des éléments qui la composent, et des composants associés à cette structure. Pour simplifier la description, on considère dans cet exemple que la
5 structure intégrée dans le boîtier ne comporte qu'un seul ensemble d'amplification étant bien entendu que des structures à plusieurs ensembles peuvent être également intégrés.

L'ensemble des composants associé à la
10 structure dans cet exemple comporte :

- une fibre optique 31 reliée optiquement au microguide 7 de la structure 30 et apte à véhiculer l'onde lumineuse S à amplifier,
- une fibre optique 33 reliée optiquement au
15 microguide 17 de la structure 30 et apte à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée,
- une source 35 de l'onde de pompe L, reliée optiquement au microguide 9 de la structure 30,
- un dispositif de traitement 37 de l'onde d_1
20 prélevée sur l'onde S à amplifier, relié optiquement au dispositif de prélèvement 21 de la structure,
- un dispositif de traitement 39 de l'onde d_2
25 prélevée sur l'onde S amplifiée et relié optiquement au dispositif de prélèvement 23 de la structure.

La liaison optique entre, d'une part les dispositifs de traitement et la source et, d'autre part, la structure, peut être assurée directement, avec
30 une liaison mécanique, par exemple par collage, qui est réalisée entre chacun de ces composants et la structure

d'amplification 30. Cette liaison optique peut être aussi réalisée de façon indirecte comme représenté sur cette figure, via des éléments mécaniques et optiques 47, 45, 49, par exemple une fibre maintenue entre le
5 composant et la structure par des férules.

De même les fibres 31 et 33 sont reliées respectivement à la structure par exemple par des férules 41 et 43.

REVENDECATIONS

1. Structure d'amplification optique apte à amplifier au moins une onde lumineuse S, comportant dans un substrat pour chaque onde à amplifier un ensemble d'amplification composé de :
- un premier microguide (7) apte à recevoir l'onde lumineuse S à amplifier,
 - un deuxième microguide (9) apte à recevoir une onde de pompe L ,
 - 10 - un dispositif de multiplexage (11) associé au premier et au deuxième microguide, apte à fournir une onde lumineuse composée de l'onde S et de l'onde L,
 - un dispositif d'amplification (13) relié à une sortie du dispositif de multiplexage et apte à amplifier l'onde lumineuse S par absorption au moins partielle de l'onde de pompe L, le dispositif d'amplification étant apte à fournir sur une sortie, l'onde lumineuse S amplifiée,
 - 15 - un troisième microguide (15) relié à la sortie du dispositif d'amplification, apte à véhiculer l'onde lumineuse S amplifiée, et
 - un dispositif de démultiplexage (19) associé au troisième microguide, apte à démultiplexer l'onde de pompe L, de l'onde S amplifiée, et à fournir en sortie sur un quatrième microguide (17), une onde lumineuse S amplifiée, épurée de l'onde de pompe,
 - 20 caractérisée en ce que le substrat est composé d'une première partie dite passive et d'une deuxième partie dite active et en ce que les premier, deuxième, troisième et quatrième microguides ainsi que le
 - 25
 - 30

dispositif de multiplexage et le dispositif de démultiplexage sont dans la partie passive tandis que le dispositif d'amplification est dans la partie active.

5

2. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif de multiplexage est choisi parmi un multiplexeur, un coupleur.

10

3. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif de démultiplexage est choisi parmi un démultiplexeur, un coupleur.

15

4. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif de multiplexage (11) est réalisé par une partie des premier et deuxième microguides (9,7) qui sont écartés l'un de l'autre d'une distance suffisante et sur une longueur suffisante, pour permettre à l'onde lumineuse S seule de passer du premier microguide au deuxième microguide .

20

5. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif de démultiplexage (19) est réalisé par une partie des troisième et quatrième microguides (15 et 17) qui sont écartés l'un de l'autre d'une distance suffisante et sur une longueur suffisante, pour permettre à l'onde lumineuse S de passer dans le quatrième microguide

25

30

(17) et à l'onde de pompe L de rester dans le troisième microguide (15).

6. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif d'amplification comprend un microguide apte à amplifier l'onde lumineuse S.

7. Structure d'amplification selon la revendication 6, caractérisée en ce que le microguide du dispositif d'amplification forme une spirale d'une à plusieurs spires.

8. Structure d'amplification selon la revendication 7, caractérisée en ce que la spirale est à plusieurs spires enroulées de façon à ne jamais se couper.

9. Structure d'amplification selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'ensemble d'amplification comprend en outre un premier dispositif de prélèvement (21) d'une partie de l'onde lumineuse S, associé au premier microguide et/ou un deuxième dispositif de prélèvement (23) d'une partie de l'onde lumineuse S, associé au quatrième microguide.

10. Structure d'amplification selon la revendication 9, caractérisée en ce que le premier et/ou le deuxième dispositif de prélèvement sont choisis parmi des coupleurs asymétriques ou des jonctions Y asymétriques.

11. Structure d'amplification selon l'une
quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en
ce que la partie passive est du verre silicate et la
5 partie active du verre phosphate dopé.

12. Structure d'amplification selon l'une
quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en
ce que le dispositif d'amplification a une forme
10 permettant que sa sortie soit du même côté que la
sortie du dispositif de multiplexage.

13. Structure d'amplification apte à amplifier
plusieurs ondes lumineuses S_j avec j allant de 1 à m ,
15 caractérisée en ce qu'elle comporte au moins m
ensembles d'amplification selon l'une quelconque des
revendications précédentes.

14. Structure d'amplification selon la
20 revendication 10, caractérisée en ce que ces ensembles
sont réalisés sur le même substrat et sont imbriqués
les uns dans les autres.

15. Structure d'amplification selon la
25 revendication 13, caractérisée en ce que le dispositif
d'amplification de chaque ensemble est formé par un
microguide spiralé, les m microguides spiralés de la
structure forment une spirale à m microguides.

30 16. Boîtier d'amplification, caractérisé en ce
qu'il regroupe la structure d'amplification (30) selon

l'une quelconque des revendications précédentes et des composants associés à ladite structure, l'ensemble des composants associés à chaque ensemble d'amplification d'une onde lumineuse S comporte :

- 5 - une première fibre optique (31) reliée optiquement au premier microguide, apte à véhiculer l'onde lumineuse S à amplifier,
- une deuxième fibre optique (33) reliée optiquement au quatrième microguide, apte à véhiculer l'onde
10 lumineuse S amplifiée,
- une source (35) de l'onde de pompe L, reliée optiquement au deuxième microguide .

17. Boîtier d'amplification selon la
15 revendication 16, caractérisé en ce que l'ensemble de composants comporte en outre un premier dispositif de traitement (37) de l'onde S relié optiquement au premier dispositif de prélèvement et/ou un deuxième dispositif de traitement (39) de l'onde S relié
20 optiquement au deuxième dispositif de prélèvement.

18. Boîtier d'amplification selon la
revendication 17, caractérisé en ce que chaque
dispositif de traitement est relié au dispositif de
25 prélèvement correspondant par des moyens de liaisons optiques et mécaniques comprenant une fibre et au moins une férule.

19. Boîtier d'amplification selon la
30 revendication 16, caractérisé en ce que la source de l'onde de pompe est reliée au deuxième microguide par

des moyens de liaisons optiques et mécaniques comprenant une fibre et au moins une férule.

20. Boîtier d'amplification selon la
5 revendication 16, caractérisé en ce que la première et la deuxième fibre sont reliées respectivement au premier et au quatrième microguide par des moyens de liaisons choisis parmi une férule, un bloc de V.

10 21. Boîtier d'amplification selon la revendication 20, caractérisé en ce que les moyens de liaisons de la deuxième fibre comprennent en outre un isolateur optique.

1 / 3

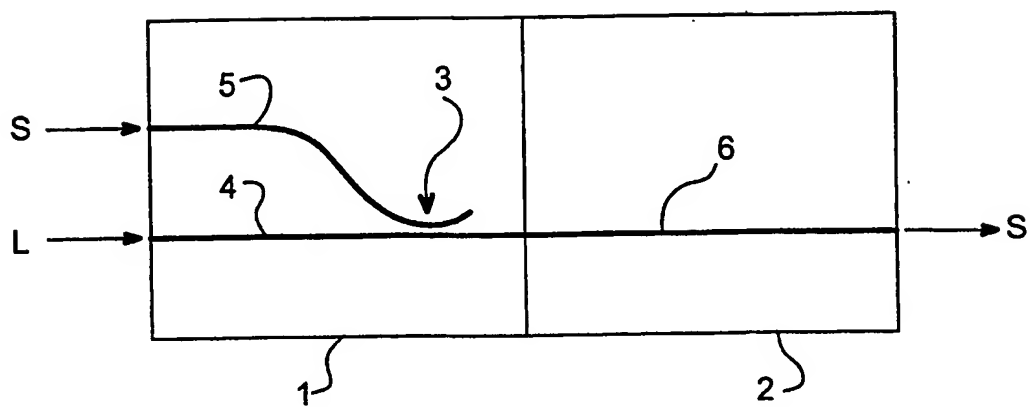


FIG. 1

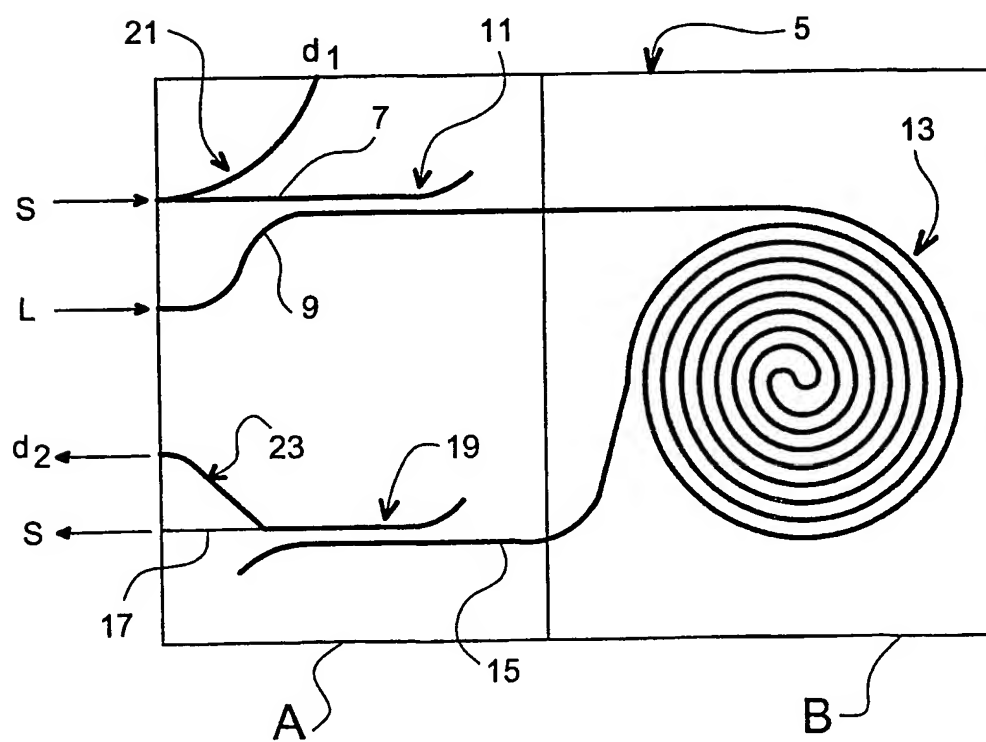
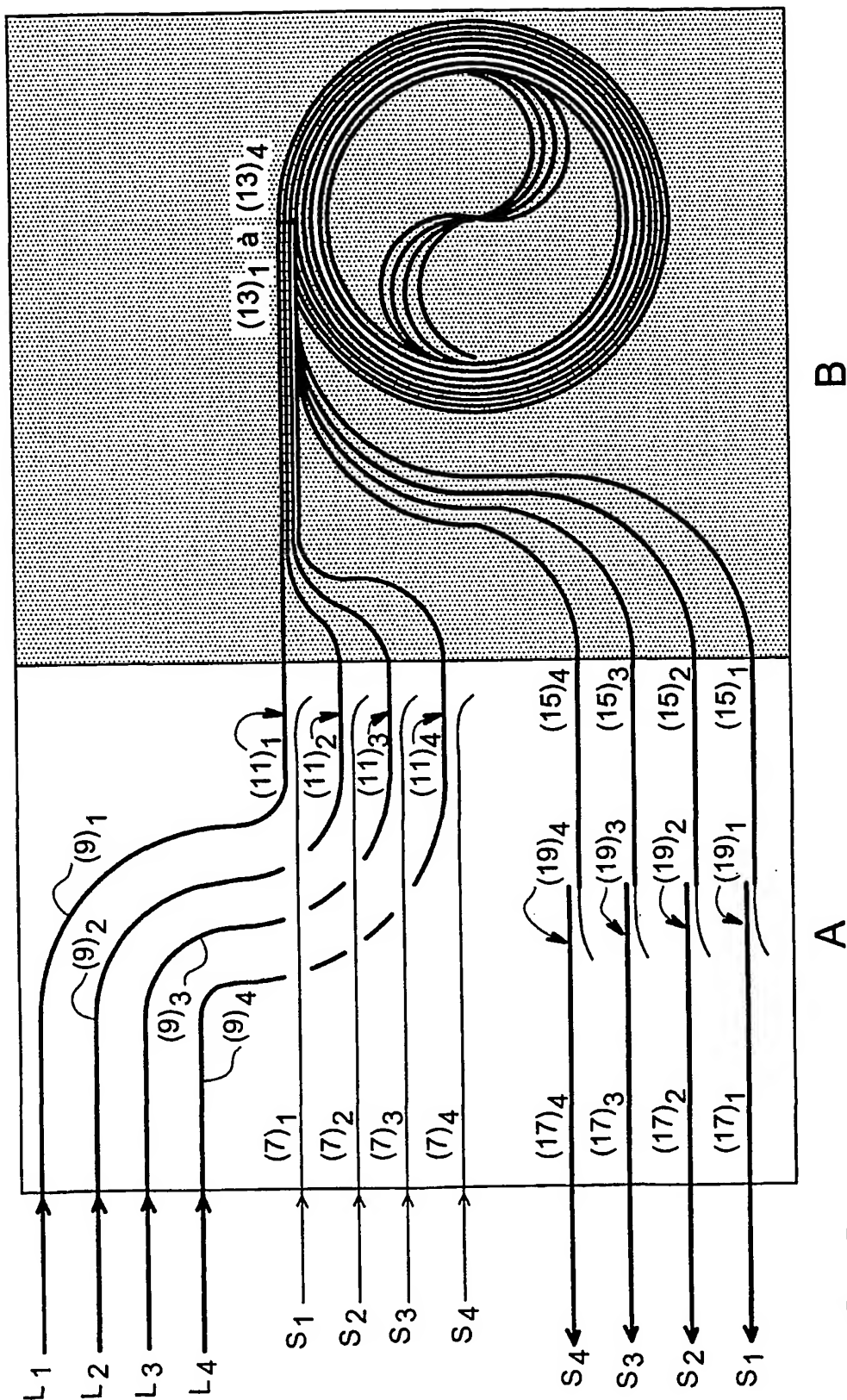


FIG. 2



3 / 3

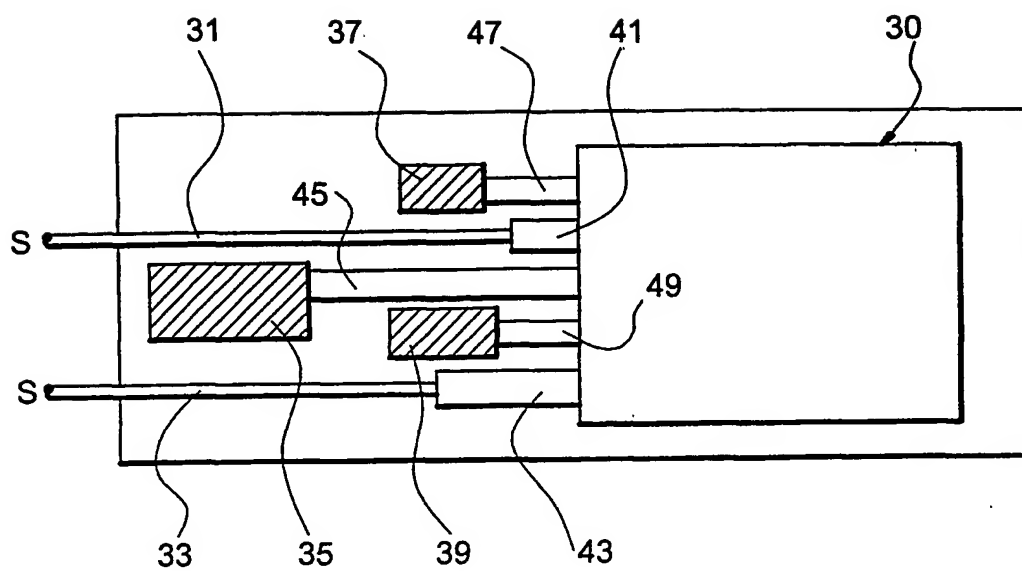


FIG. 4